



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 48 475 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 01 R 31/28
H 01 L 21/66

②1 Aktenzeichen: 196 48 475.8
②2 Anmeldetag: 22. 11. 96
④3 Offenlegungstag: 5. 6. 97

DE 196 48 475 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
22.11.95 JP 7-328307

⑦1 Anmelder:
Advantest Corp., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

⑦2 Erfinder:
Watanabe, Takashi, Tokio/Tokyo, JP; Yoshida,
Minako, Tokio/Tokyo, JP

⑤4 Mikrokontaktstiftstruktur, diese verwendende Prüfkarte und Herstellungsverfahren

⑤7 Durch die vorliegende Erfindung werden eine Mikrokontaktstruktur und eine Prüfkarte zum Prüfen der Funktion bzw. des Leistungsvermögens eines auf einer Halbleiterscheibe ausgebildeten Halbleiter-IC-Bausteins mit verbesserten Kontakteigenschaften bereitgestellt. Die Kontaktstruktur weist einen an einem Ende eines Streifens ausgebildeten elektrisch leitfähigen Mikrokontaktstift auf, der in einer vertikalen Richtung beweglich ist, und ein auf dem Streifen ausgebildetes piezoelektrisches Element zum Steuern der Bewegung des Streifens in der vertikalen Richtung. Der Streifen besteht aus Silizium, auf dessen Oberfläche eine leitfähige dünne Schicht ausgebildet ist, und der Mikrokontaktstift ist pyramidenförmig. Das piezoelektrische Element ist eine Zweielementkristallplatte, die auf der oberen Fläche des Streifens oder auf der oberen und der unteren Fläche des Streifens angeordnet ist.

DE 196 48 475 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die vorliegende Erfindung betrifft Strukturen einer Prüfkarte und eines Klein- oder Mikrokontaktstifts, der auf der Prüfkarte angeordnet ist, wobei diese zum Prüfen der Funktion oder des Leistungsvermögens eines auf einem Halbleiterwafer oder einer Halbleiterscheibe ausgebildeten Halbleiter-IC-Bausteins verwendet werden, und ein Verfahren zum Herstellen der Prüfkarte und der Kontaktstifte. Die Erfindung betrifft insbesondere eine Struktur eines Mikrokontaktstifts und einer Prüfkarte mit einer großen Anzahl von Mikrokontaktstiften, um auf einer Halbleiterscheibe angeordnete hochdichte Halbleiter-IC-Bausteine zu prüfen. Unter Prüfkarte wird erfindungsgemäß insbesondere eine Nadelkarte verstanden, z. B. eine Nadelkarte zum Testen von Wafern auf einem Sondenmeßplatz.

Beim Prüfen einer auf einer Halbleiterscheibe (Wafer), wie beispielsweise einer Siliziumscheibe, angeordneten integrierten Halbleiterschaltung wird eine besondere Vorrichtung, wie beispielsweise eine Wafer-Prüfvorrichtung verwendet, die eine Prüfkarte mit mehreren Kontaktstiften aufweist. Durch die Kontaktstifte werden elektrische Verbindungen mit Elektroden auf der Oberfläche der Scheibe hergestellt, um Signale zwischen den Kontaktstiften und den Elektroden zu übertragen. Die Fig. 4 und 5 zeigen ein Beispiel einer Struktur einer herkömmlichen Prüfkarte zum Prüfen einer solchen auf einer Halbleiterscheibe angeordneten integrierten Halbleiterschaltung.

In Fig. 4 weist die Prüfkarte Kontaktstifte 19, eine Isolierplatte 17 und Koaxialkabel 18 zum Prüfen eines auf einer Siliziumscheibe (Wafer) 1 ausgebildeten Halbleiterbausteins 7 auf. Der zu prüfende Halbleiterbaustein 7 weist mehrere Elektroden 2, wie beispielsweise Anschlußflächen, auf seiner Oberfläche auf.

Die Kontaktstifte 19 werden in diesem Fall als Pogo-Stifte bezeichnet, die elastisch sind und eine Teleskopstruktur aufweisen. Jeder der Kontaktstifte 19 ist so angeordnet, daß er der entsprechenden Elektrode 2 des zu prüfenden Bausteins 7 zugewandt ist bzw. gegenüberliegt. Die elektrische Verbindung wird hergestellt, wenn die Enden der Kontaktstifte 19 auf die Elektroden 2 gedrückt werden. Die Isolierplatte 7 dient dazu, die Kontaktstifte 19 auf eine vorgegebene Position einzustellen und die Kontaktstifte in dieser Position zu fixieren. Die Koaxialkabel 18 sind mit den oberen Abschnitten der Kontaktstifte 19 verbunden, um eine elektrische Verbindung zwischen dem zu prüfenden Baustein 7 und einem in einem Blockdiagramm von Fig. 7 dargestellten Prüfsystem 28 herzustellen.

Fig. 5 zeigt ein anderes Beispiel einer herkömmlichen Prüfkarte. Die Prüfkarte von Fig. 5 weist mehrere Elektrodenanschlüsse 21, eine Membran 20, einen Prüfraumen 22, Schrauben 23 und Koaxialkabel 18 auf. Die höckerförmigen Elektrodenanschlüsse 21 sind auf der Oberfläche der Membran 20 so ausgebildet, daß sie mit den Elektroden des zu prüfenden Bausteins auf der Siliziumscheibe 1 in Kontakt zu kommen. Außer den Elektrodenanschlüssen 21 weist die Membran 20 außerdem mit den Anschlüssen 21 verbundene Schaltungsmuster zum Übertragen elektrischer Signale auf. D.h., die Elektrodenanschlüsse 21 sind mit den entsprechenden Koaxialkabeln 18 durch die Schaltungsmuster verbunden.

Ein Plunger bzw. Kolben 24, Schrauben 23, eine Feder 25 und ein Drucksensor 26 sind vorgesehen, um Auf- und Abwärtsbewegungen der Elektrodenanschlüsse 21 und der Membran 20 zu veranlassen. Dadurch werden

die Elektrodenanschlüsse 21 auf die Elektroden gedrückt, um elektrische Verbindungen dazwischen herzustellen. Ein Prüfraumen 22 hält die verschiedenen vorstehend erwähnten Komponenten und ermöglicht die Auf- und Abwärtsbewegungen der Elektrodenanschlüsse 21.

Die Position der Elektrodenanschlüsse 21 bezüglich der Elektroden 2 auf dem zu prüfenden Baustein 7 wird durch Positionieren des Plungers 24 durch die Schrauben 23 in vertikaler und horizontaler Richtung eingestellt. Dadurch können die elektrischen Signale zwischen dem gerade geprüften Halbleiterbaustein 7 und dem Halbleiterprüfsystem 28 (Fig. 7) über die Koaxialkabel 18 übertragen werden.

Aufgrund der zunehmenden Dichte und der zunehmenden Betriebs- oder Arbeitsgeschwindigkeit integrierter Halbleiterschaltungen, müssen Prüfkarten zum Prüfen der auf der Halbleiterscheibe angeordneten integrierten Schaltungen in einer höheren Dichte angeordnete Kontaktstifte mit einer besseren Impedanzanpassung an den Verbindungspunkten aufweisen. Außerdem muß durch die Kontaktstifte auf der Prüfkarte aufgrund der zunehmenden Dichte und des zunehmenden Integrationsgrades der integrierten Schaltungen auch dann ein ausreichender elektrischer Kontakt mit den Elektroden auf der Scheibe aufrechterhalten werden, wenn die Flachheit oder Ebenheit der Scheibe schwankt oder vermindert wird.

Wenn die Elektroden 2 des zu prüfenden Bausteins 7 Aluminiumelektroden sind, muß außerdem, um den elektrischen Kontakt zwischen den Elektroden 2 und den Kontaktstiften auf der Prüfkarte zu gewährleisten, eine Schrubb- oder Abreibfunktion zum Entfernen eines Oxidfilms auf der Oberfläche der Elektrode 2 bereitgestellt werden. Durch diese Schrubb- oder Abreibfunktion kann ein ausreichender zuverlässiger elektrischer Kontakt aufrechterhalten werden.

Bei einer herkömmlichen Prüfkarte unter Verwendung der in Fig. 4 dargestellten Kontaktstifte 19 kann die Spitze des Kontaktstiftes 19 klein genug ausgebildet werden, so daß sie der Größe der Elektrode 2 auf der Scheibe angepaßt ist. Weil der Kontaktstift 19 jedoch eine ausreichende Größe aufweisen muß, um eine ausreichende mechanische Steifigkeit oder Stabilität zu erhalten, und Zwischenräume oder Abstände für die Verbindung mit den Koaxialkabeln 18 bereitgestellt werden müssen, ist der minimale Abstand zwischen den Kontaktstiften 19 auf etwa 1 mm begrenzt.

Bei einer herkömmlichen Prüfkarte unter Verwendung der in Fig. 5 dargestellten Elektrodenanschlüsse 21 auf der Membran 20 kann die Dichte der Elektrodenanschlüsse höher sein als die bei der Prüfkarte unter Verwendung der in Fig. 4 dargestellten Kontaktstifte 19 erhaltene Dichte. Die Dichte der in Fig. 5 dargestellten Struktur ist jedoch noch immer auf etwa 0,5 mm begrenzt. Außerdem ist das in Fig. 5 dargestellte Beispiel nicht dazu geeignet, die Verminderung der Flachheit oder Ebenheit der Scheibenoberfläche geeignet auszugleichen, weil die Elektrodenanschlüsse 21 nicht voneinander unabhängig sind. Aus dem gleichen Grund ist die Schrubb- oder Abreibfunktion zum Entfernen des Oxidfilms der Elektroden des zu prüfenden Bausteins nicht verfügbar.

Daher ist die herkömmliche Prüfkarte unter Verwendung oder Pogo-Kontaktstifte oder der Membran mit den Anschlüssen nicht dazu geeignet, die Anforderungen zu erfüllen, die durch neue integrierte Halbleiterbausteine mit einem sehr kleinen Abstand zwischen den

Elektroden an die Karte gestellt werden. Daher ist es erforderlich, eine Prüfkarte und eine Kontaktstiftstruktur bereitzustellen, bei denen ein neues Verfahren verwendet wird, um die Dimensionierungsgrenzen zu überwinden und die durch den hochdichten Halbleiterbaustein vorgegebenen, an die Kontaktstruktur gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Daher ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kontaktstruktur zum elektrischen Verbinden eines Kontaktstiftes mit einer Elektrode eines auf einer Halbleiterscheibe (Wafer) ausgebildeten zu prüfenden Bausteins bereitzustellen, bei der der Abstand zwischen benachbarten Kontaktstiften vermindert ist, um einen hochdichten Halbleiterbaustein zu prüfen.

Ferner wird eine Kontaktstruktur zum stabilen und zuverlässigen elektrischen Verbinden eines Kontaktstiftes mit einer Elektrode eines zu prüfenden Bausteins bereitgestellt, indem die Schwankungen der Flachheit oder Ebenheit der Elektroden des zu prüfenden Bausteins ausgeglichen werden.

Außerdem wird eine Kontaktstruktur zum stabilen und zuverlässigen elektrischen Verbinden eines Kontaktstiftes mit einer Elektrode eines zu prüfenden Bausteins durch Schrubben oder Abreiben einer Oberfläche der Elektrode durch den Kontaktstift bereitgestellt.

Ferner werden eine Prüfkarte mit einer erfindungsgemäßen Kontaktstruktur und ein Verfahren zum Herstellen der erfindungsgemäßen Kontaktstruktur bereitgestellt.

Die erfindungsgemäße Kontaktstruktur weist einen an einem Ende eines in vertikaler Richtung beweglichen Streifens ausgebildeten Mikrokontaktstift mit elektrischer Leitfähigkeit und ein auf dem Streifen ausgebildetes Piezoelement oder piezoelektrisches Element auf, durch das der Streifen in vertikaler Richtung bewegt wird. Der Streifen besteht vorzugsweise aus Silizium, auf dessen Oberfläche eine leitfähige dünne Schicht ausgebildet ist, und der Mikrokontaktstift ist vorzugsweise pyramidenförmig. Das piezoelektrische Element ist vorzugsweise eine auf einer oberen Fläche des Streifens oder auf der oberen und der unteren Fläche des Streifens angeordnete Zweielement- oder Doppelkristallplatte.

Ferner wird eine Prüfkarte zum Herstellen elektrischer Verbindungen zwischen Elektroden mehrerer auf einer Scheibe angeordneter Halbleiterschaltungen und einem Halbleiterprüfsystem bereitgestellt. Die Prüfkarte wird gebildet aus: mehreren Mikrokontaktstiften, die auf entsprechenden Streifen ausgebildet sind und relativ zu den Elektroden aller Halbleiterschaltungen auf der Scheibe angeordnet sind, wobei jeder der Mikrokontaktstifte elektrisch leitfähig ist und an einem Ende jedes der Streifen ausgebildet ist und jeder Streifen in vertikaler Richtung beweglich ist, und wobei mehrere piezoelektrische Elemente auf den Streifen ausgebildet sind, um die entsprechenden Streifen in vertikaler Richtung zu bewegen; und einer Multiplexschaltung zum Auswählen einer Gruppe von Mikrokontaktstiften, um Signale zwischen ausgewählten der Halbleiterbausteine und dem Halbleiterprüfsystem zu übertragen.

Ferner wird ein Verfahren zum Herstellen der Kontaktstruktur durch ein Halbleiterherstellungsverfahren bereitgestellt.

Erfindungsgemäß ist jeder der erfindungsgemäßen Mikrokontaktstifte aufgrund seiner Struktur unabhängig von den anderen elastisch. Daher können durch die Kontaktstifte Schwankungen der Oberflächenflachheit des auf der Scheibe angeordneten zu prüfenden Halblei-

terbausteins ausgeglichen werden. Weil die Kontaktstifte voneinander unabhängig sind und getrennt aufwärts und abwärts beweglich sind, kann die Abreib- oder Schrubbfunktion bezüglich den Elektrodenoberflächen bereitgestellt werden. Daher wird durch den erfindungsgemäßen Kontaktstift ein sehr stabiler und zuverlässiger elektrischer Kontakt erreicht.

Außerdem kann die Prüfkarte so hergestellt werden, daß alle auf einer Scheibe ausgebildeten Halbleiterschaltungen abgedeckt werden. Die Prüfkarte weist eine Multiplexschaltung auf, um elektrische Verbindungen zwischen der gerade geprüften Halbleiterschaltung und dem Halbleiterprüfsystem zu schalten. Bei dieser Anordnung können ohne Verwendung eines X-Y-Tisches durch Auswählen der zu prüfenden Halbleiterschaltung alle Halbleiterschaltungen geprüft werden. Daher ist während des Prüfvorgangs keine mechanische Positionierung erforderlich, wodurch die Positionierungsgenauigkeit zwischen den Kontaktstiften und dem gerade geprüften Baustein verbessert und dadurch die Gesamtzeit für den Prüfvorgang vermindert wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert,

Fig. 1 zeigt eine Teilquerschnittansicht zum Darstellen einer erfindungsgemäßen Prüfkarte, wobei die Prüfkarte aus drei Siliziumsubstratschichten für zwei Elektrodenreihen gebildet wird, die sich auf dem zu prüfenden Halbleiterbaustein parallel erstrecken.

Fig. 2 zeigt eine Querschnittansicht zum Darstellen eines Beispiels einer Anordnung, bei der eine Prüfkarte einstückig derart ausgebildet ist, daß sie eine große Anzahl von erfindungsgemäßen Mikrokontaktstiften aufweist, die allen auf der Scheibe ausgebildeten zu prüfenden Halbleiterbausteinen zugeordnet sind;

Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht der Prüfkarte von Fig. 2, bei der die Mikrokontaktstifte allen auf der Scheibe ausgebildeten zu prüfenden Bausteinen zugeordnet sind;

Fig. 4 zeigt eine Querschnittansicht zum Darstellen einer Kontaktstruktur einer herkömmlichen Prüfkarte; Fig. 5 zeigt eine Querschnittansicht zum Darstellen einer Kontaktstruktur einer anderen herkömmlichen Prüfkarte;

Fig. 6 zeigt ein Diagramm zum Darstellen eines Beispiels eines Verfahrens zum Herstellen eines erfindungsgemäßen Mikrokontaktstiftes;

Fig. 7 zeigt ein schematisches Blockdiagramm zum Darstellen einer elektrischen Verbindung, wobei mehrere zu prüfende Halbleiterbausteine gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung, bei der Mikrokontaktstifte und ein Multiplexer vorgesehen sind, nacheinander geprüft werden; und

Fig. 8 zeigt ein Ablaufdiagramm zum Darstellen eines Verfahrens zum Herstellen des erfindungsgemäßen Mikrokontaktstifts.

Nachstehend wird unter Bezug auf Fig. 1 die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Fig. 1 zeigt eine Teilquerschnittansicht zum Darstellen einer erfindungsgemäßen Prüfkarte, wobei die Prüfkarte aus drei Siliziumsubstratschichten gebildet wird, um einen elektrischen Kontakt mit zwei auf dem zu prüfenden Halbleiterbaustein ausgebildeten, sich parallel erstreckenden Elektrodenreihen herzustellen.

In der Querschnittansicht von Fig. 1 weist eine Prüfkarte 3 eine dreischichtige Struktur aus drei Siliziumsubstraten auf, einem ersten Substrat 8, einem zweiten Substrat 10 und einem dritten Substrat 15. Ein Streifen

oder Träger bzw. Ausleger 4 ist durch ein geeignetes Verfahren, wie beispielsweise maschinelle Fein- oder Mikrobearbeitung, auf dem ersten Siliziumsubstrat ausgebildet. Der Streifen 4 ist in einer Aufwärts- und Abwärtsrichtung elastisch.

Wie in Fig. 2 dargestellt, weist der zu prüfende Baustein 7 auf der Halbleiterscheibe 1 Elektroden 2 auf. Ein Mikrokontaktstift 5 ist an einem Ende jedes der Streifen 4 so ausgebildet, daß er der entsprechenden Elektrode 2 auf dem zu prüfenden Baustein 7 gegenüberliegt. Auf der Oberfläche des Mikrokontaktstifts 5 ist eine leitfähige Schicht ausgebildet, um zu gewährleisten, daß der Mikrokontaktstift elektrisch leitfähig ist. Der Mikrokontaktstift 5 und das dritte Siliziumsubstrat 15 sind über eine Öffnung 9, elektrisch verbunden.

Ein piezoelektrisches Element oder Piezoelement 6 ist in Sandwichweise auf dem Streifen 4 angeordnet. Das piezoelektrische Element 6 weist eine Dünnschichtform auf und ist vom Streifen 4 isoliert. Eine Treiberschaltung 11 für das piezoelektrische Element ist auf dem dritten Siliziumsubstrat 15 ausgebildet. Eingangsanschlüsse des piezoelektrischen Elements 6 sind mit der Treiberschaltung 11 für das piezoelektrische Element über eine Öffnung 9₂ verbunden. Wenn die Treiberschaltung 11 dem piezoelektrischen Element 6 ein elektrisches Signal zuführt, wird durch das piezoelektrische Element 6 eine Aufwärts- bzw. Abwärtsbewegung des Streifens 4 erzeugt.

Um die Aufwärts- bzw. Abwärtsbewegung des Streifens 4 und dadurch des Mikrokontaktstifts 5 zu gewährleisten, ist das zweite Siliziumsubstrat 10 ausgeschnitten, um eine Vertiefung für den Mikrokontaktstift 5 zu bilden. Das zweite Siliziumsubstrat 10 wird außerdem dazu verwendet, eine innere Schaltung 30 zum Übertragen verschiedener Signale an zuordnen, wie beispielsweise Multiplexsignale zum Schalten der Signale in der Prüfkarte. Wie vorstehend beschrieben, wird das dritte Siliziumsubstrat 15 zum Anordnen der Treiberschaltung 11 für das piezoelektrische Element verwendet. Das dritte Siliziumsubstrat 15 wird außerdem zusammen mit dem zweiten Siliziumsubstrat 10 zum Anordnen eines Schaltungsmusters 34 verwendet, das eine Multiplexschaltung 34 aufweist.

Die Treiberschaltung 11 für das piezoelektrische Element ist für jeden zu prüfenden Baustein vorgesehen. Typischerweise wird durch einen Hochspannungsgenerator in der Treiberschaltung 11 ein Treibersignal von mehreren zehn Volt erzeugt. Das Treibersignal wird mehreren der piezoelektrischen Elemente 6 zugeführt, so daß die Kontaktstifte 5, die so angeordnet sind, daß sie auf die Elektroden 2 auf dem zu prüfenden Baustein 7 treffen, bewegt werden und mit den Elektroden in Kontakt kommen. Dadurch wird der aktivierte bzw. der nichtaktivierte Zustand aller Kontaktstifte 5 für den zu prüfenden Baustein 7 gesteuert, d. h. die Kontaktstifte werden gleichzeitig mit allen Elektroden verbunden oder die Verbindungen der Kontaktstifte mit den Elektroden wird gleichzeitig unterbrochen.

Aufgrund der Struktur des erfindungsgemäßen Mikrokontaktstifts ist jeder der Kontaktstifte unabhängig von den anderen elastisch. Daher kann durch die Kontaktstifte die Verminderung der Flachheit der Oberfläche der Elektroden, d. h. der Halbleiterscheibe, ausgeglichen werden. Weil die Kontaktstifte voneinander unabhängig sind und sich getrennt in die Aufwärts- bzw. Abwärtsrichtung bewegen, kann bezüglich den Kontaktflächen der Elektroden eine Schrubb- oder Abreibfunktion bereitgestellt werden.

Das piezoelektrische Element 6 wird durch Sputtern oder ein Aufdampfverfahren auf der Ober- und/oder der Unterseite des Streifens 4 ausgebildet. Durch dieses Beschichtungsverfahren wird beispielsweise eine Zweielementkristallstruktur mit Schichten aus Siliziumoxid (SiO₂)-Gold-PLZT-Gold-PLZT-Gold ausgebildet. PLZT ist ein piezoelektrisches Material aus beispielsweise Blei, Lanthan, Zink und Titanoxid. Durch diese Struktur biegt sich das piezoelektrische Element 6 proportional zur angelegten Spannung, wodurch die vertikale Bewegung des Mikrokontaktstifts 5 erzeugt wird.

Die elektrische Isolierung zwischen dem Streifen 4 und dem piezoelektrischen Element 6 wird durch die Siliziumoxidschicht auf dem piezoelektrischen Element 6 erhalten. Weil die Durchbruch- oder Durchschlagsspannung der Siliziumoxidschicht 10 V/µm beträgt, ist eine Schichtdicke von 3–5 µm für eine Steuerspannung von 20–30 V ausreichend. Wie in den Fig. 1–3 dargestellt, sind die piezoelektrischen Elemente 6 über Durchgangsöffnungen 9 mit den Treiberschaltungen 11 und der inneren Schaltung 30 verbunden.

Wie vorstehend beschrieben, wird die Vertiefung für die Bewegung der Kontaktstifte 5 zwischen dem ersten Siliziumsubstrat 1 und dem dritten Siliziumsubstrat 15 ausgebildet, indem der entsprechende Abschnitt des zweiten Siliziumsubstrats 10 entfernt wird. Dadurch sind bei diesem Beispiel die Mikrokontaktstifte 5 über etwa 10 µm in vertikaler Richtung beweglich. Diese Bewegungsstrecke ist ausreichend, um Unregelmäßigkeiten der Oberflächen der Elektroden 2 oder eine Krümmung der zu prüfenden Scheibe 1 auszugleichen.

Obwohl nicht dargestellt, kann die Verbindung zwischen mehreren der Kontaktstifte 5 und einer externen Schaltung hergestellt werden, indem beispielsweise ein Keramiksubstrat in unmittelbarer Nähe der erfindungsgemäßen Prüfkarte angeordnet wird und dazwischen geeignete Komponenten oder Teile angeordnet und angeschlossen werden.

Nachstehend wird unter Bezug auf die Fig. 6 bis 8 ein Verfahren zum Herstellen der erfindungsgemäßen Mikrokontaktstruktur beschrieben. Fig. 6 zeigt ein Diagramm zum Darstellen eines Beispiels eines Verfahrens zum Herstellen eines erfindungsgemäßen Mikrokontaktstifts, und Fig. 8 zeigt ein Ablaufdiagramm zum Darstellen eines Verfahrens zum Herstellen des erfindungsgemäßen Mikrokontaktstifts.

In diesem Beispiel wird ein Siliziummaterial mit einer (100)-Kristallebene als Siliziumsubstrat verwendet. Das Siliziumsubstrat von Fig. 6A wird einem Lithographie- und einem Trockenätzschritt zugeführt, wie in Fig. 6B dargestellt. Durch Photolithographie wird eine Maske hergestellt, um Muster der Maske mit geografischen Formen auf eine dünne Schicht aus strahlungsempfindlichem Material, d. h. einen Abdecklack oder ein Resist, zu übertragen. Das Siliziumsubstrat mit dem durch das Lithographieverfahren gebildeten Mustern wird dann dem Trockenätzprozeß zugeführt. Beispielsweise kann Kohlenstoffhexafluorid- (C₂F₆-) Gas für dieses Ätzverfahren verwendet werden. Es wird ein Streifen 4 mit einer Dicke von 200 µm und einer Länge von 500 µm gebildet.

Der Streifen 4 weist an seinem Ende einen rechteckigen Vorsprung mit den Maßen 100 × 100 × 100 µm auf.

Aus diesem rechteckigen Abschnitt des Streifens 4 wird durch einen anisotropen Naß- oder Laugenätzprozeß ein Mikrokontaktstift 5 gebildet, wie in Fig. 6C dargestellt. Der Mikrokontaktstift 5 weist eine etwa 50 µm hohe Pyramidenform auf, die von (111)-Kristallebenen

umgeben ist. Für dieses anisotrope Naß- oder Laugenätzverfahren kann eine 3N-Lösung aus Isopropylalkohol und Kaliumhydroxid oder Kalilauge (KOH) verwendet werden. Um zu erreichen, daß der Streifen elektrisch leitfähig wird, wird auf der Oberfläche des Streifens durch ein Sputterverfahren ein leitfähiges Material, wie beispielsweise eine Goldschicht, aufgebracht.

Der Streifen 4 wird in ein Isoliermaterial 31, wie beispielsweise Polyimid, gepreßt, wie in Fig. 6D dargestellt, und einem Verfahren zum Vermindern der Scheibendicke oder einem Scheibenlösungsverfahren ("lost wafer-Verfahren") unterzogen, bei dem die Dicke an der Rückseite von 200 µm auf 50 µm reduziert wird, wie in Fig. 6E dargestellt. Für dieses Verfahren kann eine Salpetersäurelösung verwendet werden.

Durch ein Sputter- oder ein Aufdampfverfahren wird auf dem Streifen 4 ein piezoelektrisches Element 6 ausgebildet, wie in Fig. 6F dargestellt. Durch dieses Schichtbildungsverfahren wird eine Zweielementkristallstruktur mit zwei Lagen piezoelektrischer Schichten gebildet. Beispielsweise besteht die Zweielementkristallstruktur aus Siliziumoxid (SiO₂)-Gold-PLZT-Gold-PLZT-Gold. PLZT ist ein piezoelektrisches Material, das Blei, Lanthan, Zink und Titanoxid aufweist.

Durch ein herkömmliches Halbleiterherstellungsverfahren werden Durchgangsöffnungen 9 und Mikrostreifen- oder Mikrostripleitungen auf dem Streifen 4 ausgebildet, wie in Fig. 6G dargestellt. Außerdem wird auf dem Streifen 4 ein zweites Siliziumsubstrat 10 mit einer Opferelektroden- oder Opferschicht 32 aus Siliziumoxid (SiO₂) aufgebracht. Die Opferschicht 32 sollte auf der oberen Fläche des Streifens 4 angeordnet sein und das piezoelektrische Element 6 und die Rückseite des Mikrokontaktstiftes 5 umgeben.

Ein drittes Siliziumsubstrat 15 wird auf dem zweiten Siliziumsubstrat 10 aufgebracht, wie in Fig. 6H dargestellt. Auf dem dritten Siliziumsubstrat 15 werden durch ein herkömmliches Verfahren zum Herstellen einer integrierten Schaltung eine Treiberschaltung 11 für ein piezoelektrisches Element und eine Multiplexschaltung 34 ausgebildet. Elektrische Verbindungen werden durch die Durchgangsöffnungen 9 von der Treiberschaltung 11 zum piezoelektrischen Element 6 durch Verfüllen der Öffnungen 9 mit elektrisch leitfähigem Material hergestellt.

Die Opferschicht 32 und das Isoliermaterial 31 werden, wie in Fig. 6I dargestellt, entfernt, um eine Aufwärts- und Abwärtsbewegung des Streifens 4 zu ermöglichen. Das piezoelektrische Element 6 kann beim letzten Verarbeitungsschritt auch auf der anderen Seite des Streifens 4 ausgebildet werden, um eine in Fig. 1 dargestellte Sandwichstruktur zu erhalten. Diese Verarbeitung ist mit der in Verbindung mit Fig. 6F beschriebenen Verarbeitung identisch.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann eine Prüfkarte 3 mit in einem Abstand von 100 µm ausgerichteten Streifen leicht hergestellt werden. Beim vorstehend beschriebenen Herstellungsverfahren ist das dritte Siliziumsubstrat 15 zum Herstellen der Prüfkarte nicht unbedingt erforderlich. In diesem Fall kann, wenn das dritte Substrat 15 nicht vorgesehen ist, eine Treiberschaltung für ein piezoelektrisches Element auf dem zweiten Substrat 10 ausgebildet werden. Alternativ können Anschlußflächen auf dem zweiten Substrat 10 ausgebildet werden, um ein Treiber- oder Steuersignal von einer externen Schaltungsanordnung (nicht dargestellt), wie beispielsweise einer auf einem Keramiksubstrat ausgebildeten Schaltung, durch eine Drahtverbindung,

zu empfangen.

Das Ablaufdiagramm von Fig. 8 zeigt das gleiche Herstellungsverfahren wie unter Bezug auf Fig. 6 beschrieben. D.h., bei Schritt 201 wird die Maske auf dem Siliziumsubstrat ausgebildet, und bei Schritt 202 wird der Streifen 4 mit dem rechteckigen Vorsprung an seinem Ende durch ein Trockenätzverfahren ausgebildet. Aus dem rechteckigen Abschnitt des Streifens 4 wird bei Schritt 203 durch einen anisotropen Naß- oder Laugenätzprozeß der pyramidenförmige Mikrokontaktstift 5 gebildet.

Der Streifen 4 wird bei Schritt 204 in das Isoliermaterial 31, wie beispielsweise Polyimid, gepreßt. Die Dicke des Streifens 204 wird bei Schritt 205 durch ein Verfahren zum Vermindern der Scheibendicke oder ein Scheibenlösungsverfahren ("lost wafer-Verfahren") an der Rückseite des Streifens reduziert. Durch einen Sputterprozeß wird bei Schritt 206 das piezoelektrische Element 6 auf dem Streifen 4 ausgebildet. Bei Schritt 207 wird das zweite Siliziumsubstrat 10 mit der Opferschicht 32 und den Durchgangsöffnungen 9 auf dem Streifen 4 aufgebracht. Bei Schritt 208 wird das dritte Siliziumsubstrat 15 mit der Multiplexschaltung 34 und den Durchgangsöffnungen 9 auf dem zweiten Siliziumsubstrat 10 aufgebracht. Die Opferschicht 32 und das Polyimid-Isoliermaterial werden bei Schritt 209 entfernt.

Die erfindungsgemäße Prüfkarte kann so aufgebaut sein, daß sie zum Prüfen einer oder mehrerer auf der Halbleiterscheibe 1 angeordneter Halbleiterschaltungen 7 geeignet bzw. angepaßt ist. Daher kann die Prüfkarte so aufgebaut sein, daß sie nur einen Teil der zu prüfenden Scheibe 1 abdeckt. In diesem Fall muß entweder die erfindungsgemäße Prüfkarte oder die zu prüfende Scheibe 1 auf einem X-Y-Tisch angeordnet sein, um die relative Position zu verstellen und andere Schaltungen auf der Scheibe 1 zu prüfen.

Alternativ kann die Prüfkarte so aufgebaut sein, daß sie alle Halbleiterschaltungen 7 auf der zu prüfenden Scheibe 1 abdeckt. Die Fig. 2 und 3 zeigen eine solche Ausführungsform, bei der alle auf der Scheibe 1 ausgebildeten Halbleiterschaltungen 7 abgedeckt werden. Bei dieser Anordnung ist kein X-Y-Tisch erforderlich, weil die Anzahl der Mikrokontaktstifte 5 der Anzahl aller Elektroden auf der Scheibe 1 entspricht.

Im Beispiel von Fig. 2 und 3 werden eine der gerade geprüften Halbleiterschaltung 7 zugeordnete Gruppe von Mikrokontaktstiften 5 gleichzeitig durch ein Steuersignal von der Treiberschaltung 11 für das piezoelektrische Element angesteuert. Nach dem Prüfen einer Halbleiterschaltung 7 werden eine andere Gruppe von Mikrokontaktstiften 5 angesteuert, um die nächste Halbleiterschaltung 7 auf der Scheibe zu prüfen. Daher sind die Kontaktstifte über der gerade geprüften Halbleiterschaltung 7 aktiviert, während die Kontaktstifte für die nicht geprüften Halbleiterschaltungen nicht aktiviert sind.

Der gerade geprüften Halbleiterschaltung 7 werden über die Mikrokontaktstifte 5 Prüfsignale von einem Halbleiterprüfsystem zugeführt, und die erhaltenen Ausgangssignale werden durch das Prüfsystem empfangen. Wie in Fig. 7 dargestellt, werden diese Prüfsignale und die erhaltenen Signale für die entsprechende Halbleiterschaltung durch eine Multiplexschaltung 34 und einen Multiplexertreiber 29 ausgewählt, die auf dem dritten Siliziumsubstrat 15 der Prüfkarte 3 ausgebildet sind. Beispielsweise führt der Multiplexertreiber 29 der Multiplexschaltung 34 ein Steuersignal zu, um eine dem gerade geprüften Halbleiterbaustein 7 zugeordnete

Gruppe von Mikrokontaktstiften 5 auszuwählen. Durch die Multiplexschaltung 34 werden die ausgewählte Halbleiterschaltung 7 und das Halbleiterprüfsystem 28 über die Mikrokontaktstifte miteinander verbunden.

Erfindungsgemäß ist aufgrund der Struktur des erfindungsgemäßen Mikrokontaktstifts jeder der Mikrokontaktstifte unabhängig von den anderen elastisch. Daher können durch die Kontaktstifte die Schwankungen der Oberflächenflachheit der zu prüfenden Halbleiterbausteine auf der Scheibe ausgeglichen werden. Weil die Kontaktstifte sich unabhängig voneinander und getrennt auf- und abwärts bewegen, kann eine Schrubb- oder Abreibwirkung bezüglich den Kontaktflächen der Elektroden erhalten werden. Daher wird durch den erfindungsgemäßen Kontaktstift ein sehr stabiler und zuverlässiger elektrischer Kontakt erhalten.

Außerdem kann die Prüfkarte derart hergestellt werden, daß sie alle auf der Scheibe ausgebildeten Halbleiterschaltungen abdeckt. Die Prüfkarte weist die Multiplexschaltung auf, um die elektrischen Verbindungen zwischen der gerade geprüften Halbleiterschaltung und dem Halbleiterprüfsystem zu schalten. Bei dieser Anordnung können alle Halbleiterschaltungen ohne Verwendung eines X-Y-Tisches geprüft werden, indem die zu prüfende Halbleiterschaltung ausgewählt wird. Dadurch ist während des Prüfvorgangs kein mechanisches Positionieren erforderlich, wodurch die Positionierungsgenauigkeit zwischen den Kontaktstiften und dem gerade geprüften Baustein verbessert und die Gesamtzeitdauer für den Prüfvorgang reduziert wird.

Patentansprüche

1. Kontaktstruktur zum elektrischen Verbinden eines Kontaktstiftes mit einer Elektrode eines Bausteins mit:
einem an einem Ende eines in vertikaler Richtung beweglichen Streifens ausgebildeten elektrisch leitfähigen Mikrokontaktstift; und
einem auf dem Streifen ausgebildeten piezoelektrischen Element zum Bewegen des Streifens in der vertikalen Richtung.
2. Kontaktstruktur nach Anspruch 1, wobei der Streifen aus Silizium besteht, auf dessen Oberfläche eine leitfähige dünne Schicht ausgebildet ist, und der Mikrokontaktstift pyramidenförmig ist.
3. Kontaktstruktur nach Anspruch 1 oder 2, wobei das piezoelektrische Element eine auf einer oberen Fläche des Streifens angeordnete Zweielementkristallplatte ist.
4. Kontaktstruktur nach Anspruch 1 oder 2, wobei das piezoelektrische Element aus zwei Zweielementkristallplatten gebildet wird, die auf einer oberen bzw. einer unteren Fläche des Streifens angeordnet sind.
5. Kontaktstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das piezoelektrische Element aus einer Zweielementkristallplatte mit Siliziumoxid (SiO_2)-Gold-PLZT-Gold-PLZT-Gold-Schichten gebildet ist.
6. Prüfkarte zum Herstellen elektrischer Verbindungen zwischen einer Elektrode einer auf einem Wafer angeordneten Halbleiterschaltung und einem Halbleiterprüfsystem, mit:
einem der Elektrode zugeordneten elektrisch leitfähigen Mikrokontaktstift, der an einem Ende eines in einer vertikalen Richtung beweglichen Streifens ausgebildet ist; und

einem auf dem Streifen angeordneten piezoelektrischen Element zum Bewegen des Streifens in der vertikalen Richtung.

7. Prüfkarte nach Anspruch 6, ferner mit einem ersten Siliziumsubstrat und einem zweiten Siliziumsubstrat, die übereinander angeordnet sind, wobei der Streifen auf dem ersten Siliziumsubstrat ausgebildet ist und das zweite Siliziumsubstrat eine Durchgangsöffnung aufweist, um einen Signalweg zwischen dem Mikrokontaktstift und einer externen Schaltung zu bilden.

8. Prüfkarte nach Anspruch 6, ferner mit einem ersten Siliziumsubstrat, einem zweiten Siliziumsubstrat und einem dritten Siliziumsubstrat, die übereinander angeordnet sind, wobei der Streifen auf dem ersten Siliziumsubstrat ausgebildet ist und das zweite und das dritte Siliziumsubstrat eine Durchgangsöffnung aufweisen, um einen Signalweg zwischen dem Mikrokontaktstift und einer externen Schaltung zu bilden.

9. Prüfkarte nach Anspruch 8, wobei das zweite Siliziumsubstrat ein Schaltungsmuster zum Übertragen von Prüfsignalen durch das Substrat und das dritte Siliziumsubstrat ein Schaltungsmuster zum Ansteuern des piezoelektrischen Elements aufweist.

10. Prüfkarte nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei der Streifen aus Silizium besteht, auf dessen Oberfläche eine leitfähige dünne Schicht ausgebildet ist, und der Mikrokontaktstift pyramidenförmig ist.

11. Prüfkarte nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei das piezoelektrische Element eine auf einer oberen Fläche des Streifens angeordnete Zweielementkristallplatte ist.

12. Prüfkarte nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei das piezoelektrische Element aus zwei Zweielementkristallplatten gebildet wird, die auf einer oberen bzw. einer unteren Fläche des Streifens angeordnet sind.

13. Prüfkarte nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei das piezoelektrische Element aus einer Zweielementkristallplatte mit Siliziumoxid (SiO_2)-Gold-PLZT-Gold-PLZT-Gold-Schichten gebildet ist.

14. Prüfkarte zum Herstellen elektrischer Verbindungen zwischen Elektroden mehrerer auf einem Wafer angeordneter Halbleiterbausteine und einem Halbleiterprüfsystem, mit:

mehreren auf entsprechenden Streifen ausgebildeten und bezüglich der Elektroden aller Halbleiterbausteine auf dem Wafer angeordneten Mikrokontaktstiften, wobei jeder der Mikrokontaktstifte elektrisch leitfähig ist und an einem Ende jedes Streifens ausgebildet ist, der in vertikaler Richtung beweglich ist;

mehreren auf den Streifen ausgebildeten piezoelektrischen Elementen zum Bewegen der entsprechenden Streifen in die vertikale Richtung; und einer Multiplexschaltung zum Auswählen einer Gruppe der Mikrokontaktstifte, um Signale zwischen einem ausgewählten der Halbleiterbausteine und dem Halbleiterprüfsystem zu übertragen.

15. Prüfkarte nach Anspruch 14, ferner mit einem ersten Siliziumsubstrat und einem zweiten Siliziumsubstrat, die übereinander angeordnet sind, wobei der Streifen auf dem ersten Siliziumsubstrat ausgebildet ist und das zweite Siliziumsubstrat

Durchgangsöffnungen aufweist, um Signalwege zwischen den Mikrokontaktstiften und dem Halbleiterprüfsystem zu bilden.

16. Prüfkarte nach Anspruch 14, ferner mit einem ersten Siliziumsubstrat, einem zweiten Siliziumsubstrat und einem dritten Siliziumsubstrat, die übereinander angeordnet sind, wobei die Streifen auf dem ersten Siliziumsubstrat ausgebildet sind und das zweite und das dritte Siliziumsubstrat Durchgangsöffnungen aufweisen, um Signalwege zwischen den Mikrokontaktstiften und dem Halbleiterprüfsystem zu bilden.

17. Prüfkarte nach einem der Ansprüche 14 bis 16, ferner mit einer Treiberschaltung zum Ansteuern der piezoelektrischen Elemente, wobei die Treiberschaltung und die Multiplexschaltung auf dem dritten Siliziumsubstrat ausgebildet sind.

18. Prüfkarte nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei jeder der Streifen aus Silizium besteht, auf dessen Oberfläche eine leitfähige dünne Schicht ausgebildet ist, und jeder der Mikrokontaktstifte pyramidenförmig ist.

19. Prüfkarte nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei jedes der piezoelektrischen Elemente eine auf einer oberen Fläche des Streifens angeordnete Zweielementkristallplatte ist.

20. Prüfkarte nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei jedes der piezoelektrischen Elemente aus zwei Zweielementkristallplatten gebildet wird, die auf einer oberen Fläche bzw. einer unteren Fläche des Streifens angeordnet sind.

21. Verfahren zum Herstellen einer Kontaktstruktur mit den Schritten:

Ausbilden einer Maske auf einem Siliziumsubstrat;
Ausbilden eines Streifens auf dem Siliziumsubstrat durch einen Trockenätzprozeß, wobei der Streifen einen rechteckigen Vorsprung an seinem Ende aufweist;

Ausbilden einer elektrisch leitfähigen Schicht auf einer Oberfläche des Streifens durch ein Sputterverfahren;

Bearbeiten des rechteckigen Vorsprungs durch ein anisotropes Naßätzverfahren, um einen pyramidenförmigen Kontaktstift herzustellen;

Pressen des Streifens in ein Isoliermaterial;
Vermindern der Dicke des Streifens durch ein Verfahren zum Vermindern der Scheibendicke;

Ausbilden eines piezoelektrischen Elements auf dem Streifen durch ein Sputterverfahren;

Anordnen eines zweiten Siliziumsubstrats mit einer Opferschicht aus einem Siliziummaterial auf einer Rückseite des Streifens;

Entfernen der Opferschicht, um eine Vertiefung zu bilden, um eine Aufwärts- und Abwärtsbewegung des Streifens zu ermöglichen.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei im zweiten Siliziumsubstrat Durchgangsöffnungen ausgebildet werden, um Signalwege zwischen dem Kontaktstift und einem Halbleiterprüfsystem zu bilden.

23. Verfahren zum Herstellen einer Kontaktstruktur mit den Schritten:

Ausbilden einer Maske auf einem Siliziumsubstrat;
Ausbilden eines Streifens auf dem Siliziumsubstrat durch ein Trockenätzverfahren, wobei der Streifen einen rechteckigen Vorsprung an seinem Ende aufweist;

Bearbeiten des rechteckigen Vorsprungs durch ein anisotropes Naßätzverfahren, um einen pyrami-

denförmigen Kontaktstift herzustellen;

Ausbilden einer elektrisch leitfähigen Schicht auf einer Oberfläche des Streifens durch ein Sputterverfahren;

Pressen des Streifens in ein Isoliermaterial;

Vermindern der Dicke des Streifens durch ein Verfahren zum Vermindern der Scheibendicke;

Ausbilden eines piezoelektrischen Elements auf dem Streifen durch ein Sputterverfahren;

Anordnen eines zweiten Siliziumsubstrats mit einer Opferschicht aus einem Siliziummaterial auf einer Rückseite des Streifens;

Anordnen eines dritten Siliziumsubstrats mit einer Multiplexschaltung auf dem zweiten Siliziumsubstrat; und

Entfernen der Opferschicht, um eine Vertiefung zu bilden, um eine Aufwärts- und Abwärtsbewegung des Streifens zu ermöglichen.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei Durchgangsöffnungen im zweiten Siliziumsubstrat und im dritten Siliziumsubstrat ausgebildet werden, um Signalwege zwischen dem Kontaktstift und einem Halbleiterprüfsystem zu bilden.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

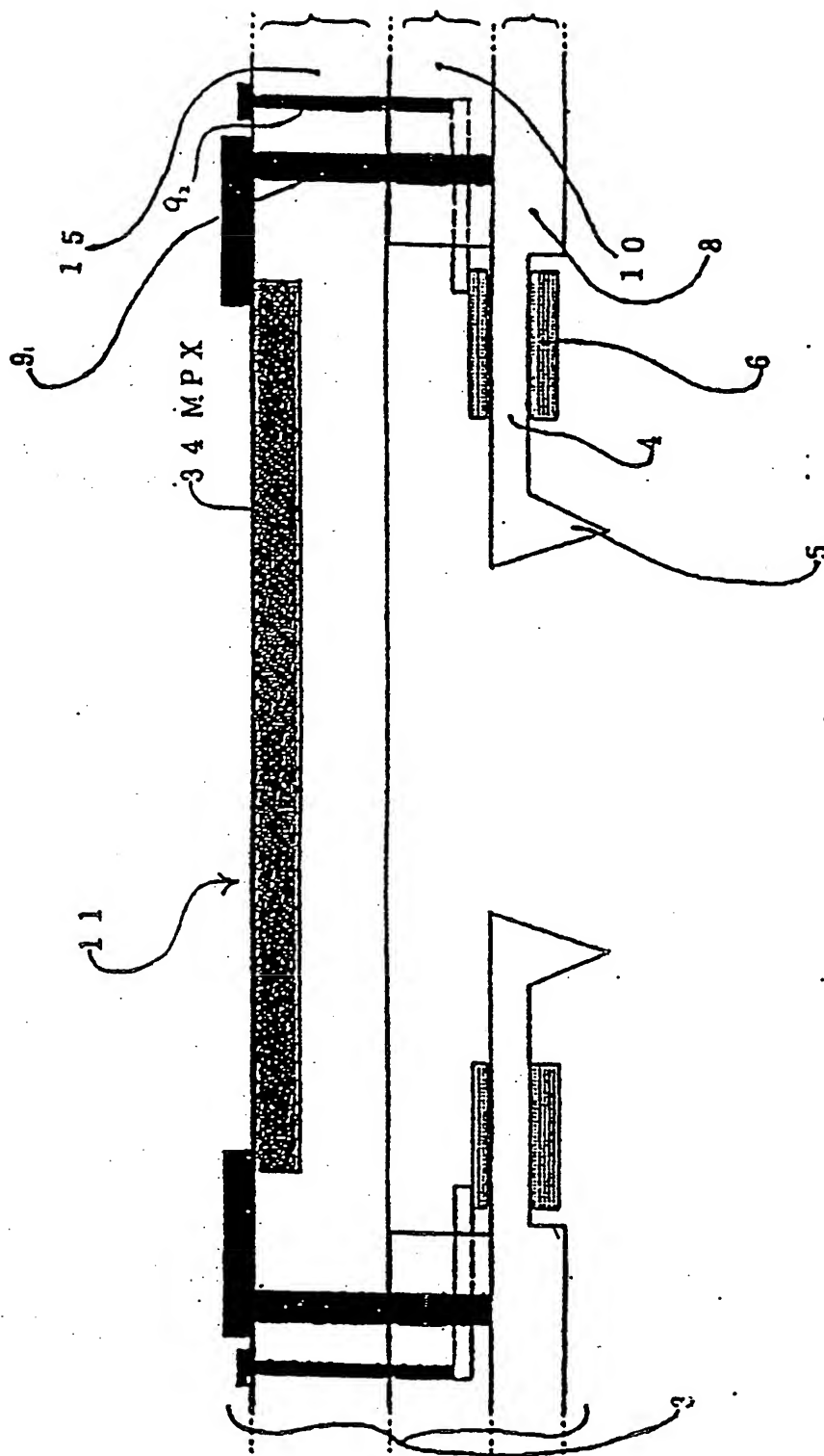


Fig. 2

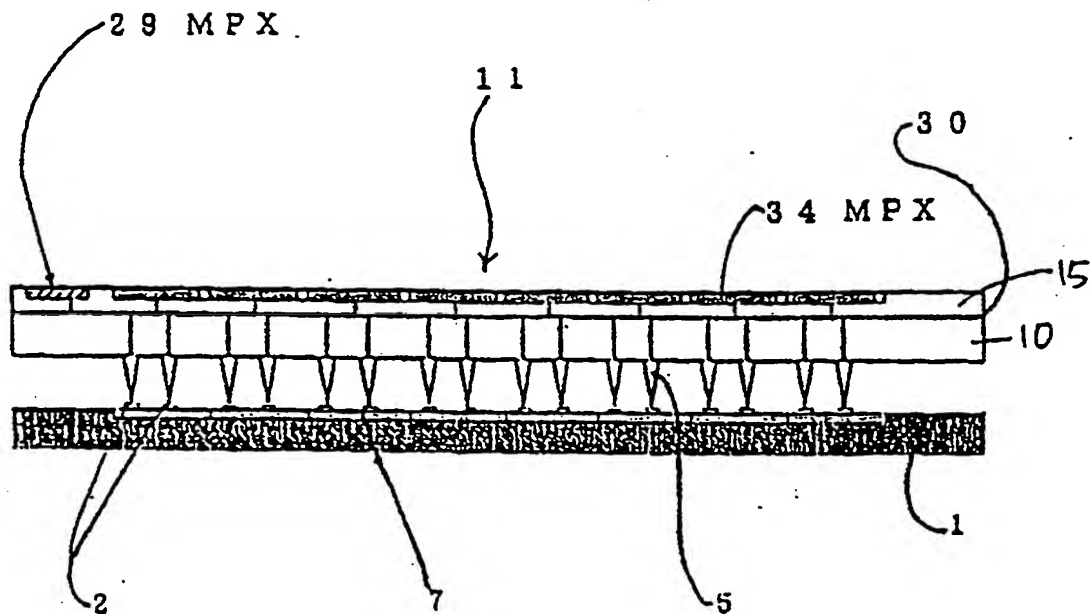


Fig. 3

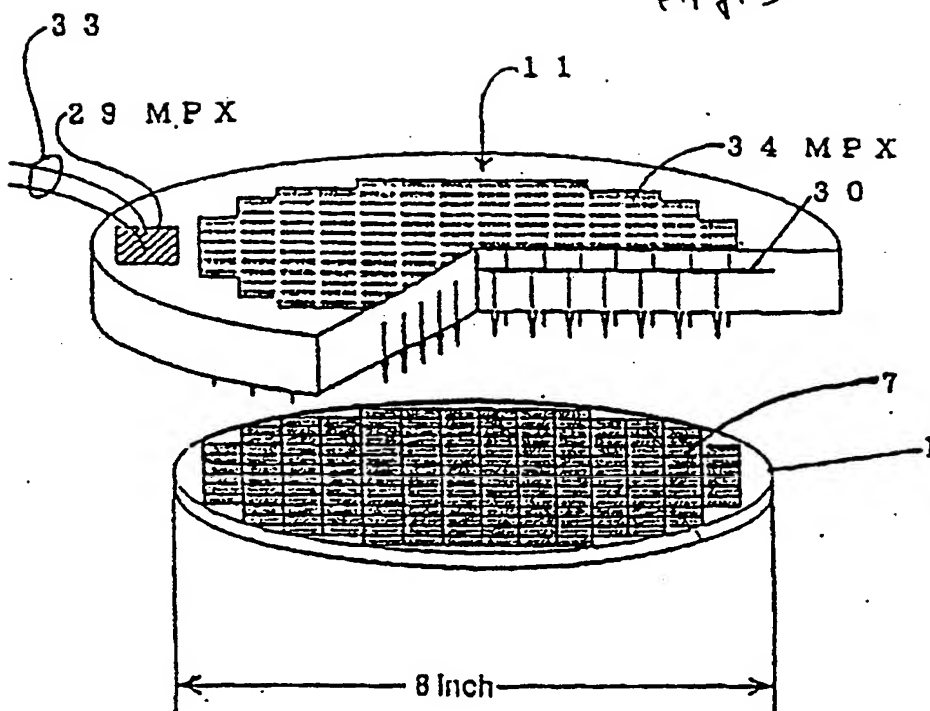


Fig. 4

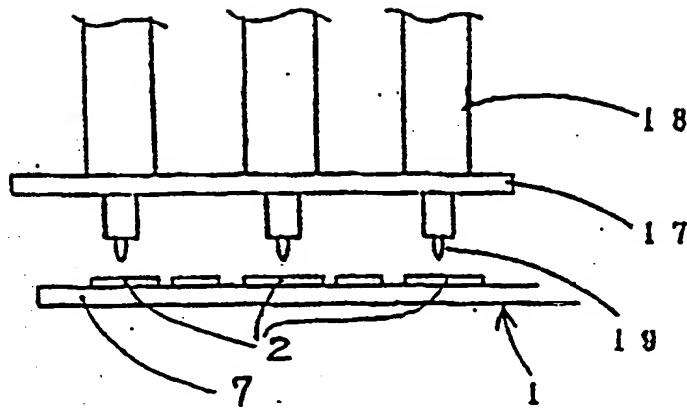


Fig. 5

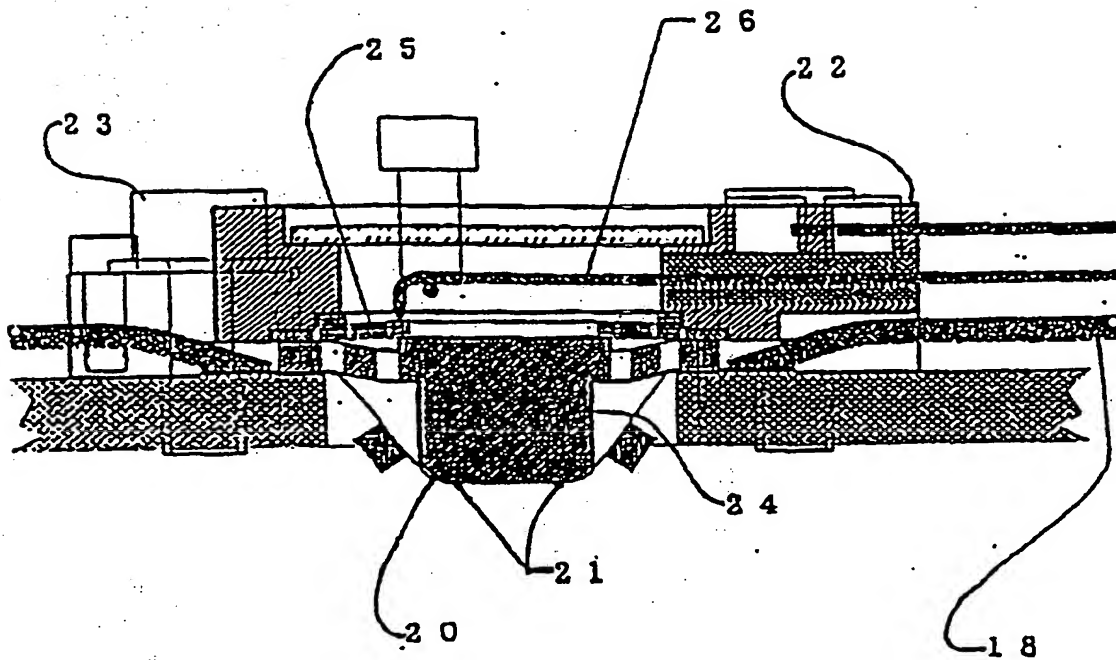


Fig. 6A



Fig. 6B



Fig. 6C



Fig. 6D

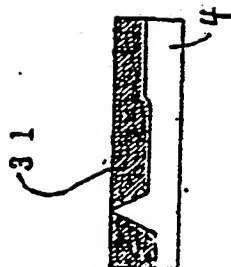


Fig. 6E



Fig. 6F

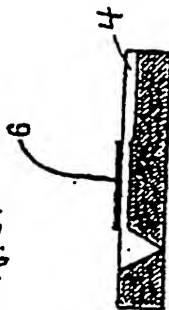


Fig. 6G

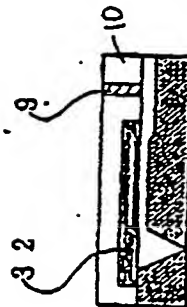


Fig. 6H

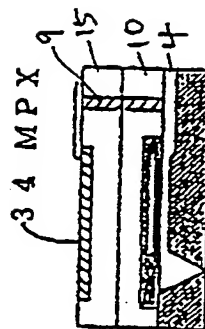


Fig. 6I

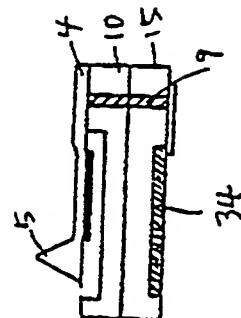


Fig. 7

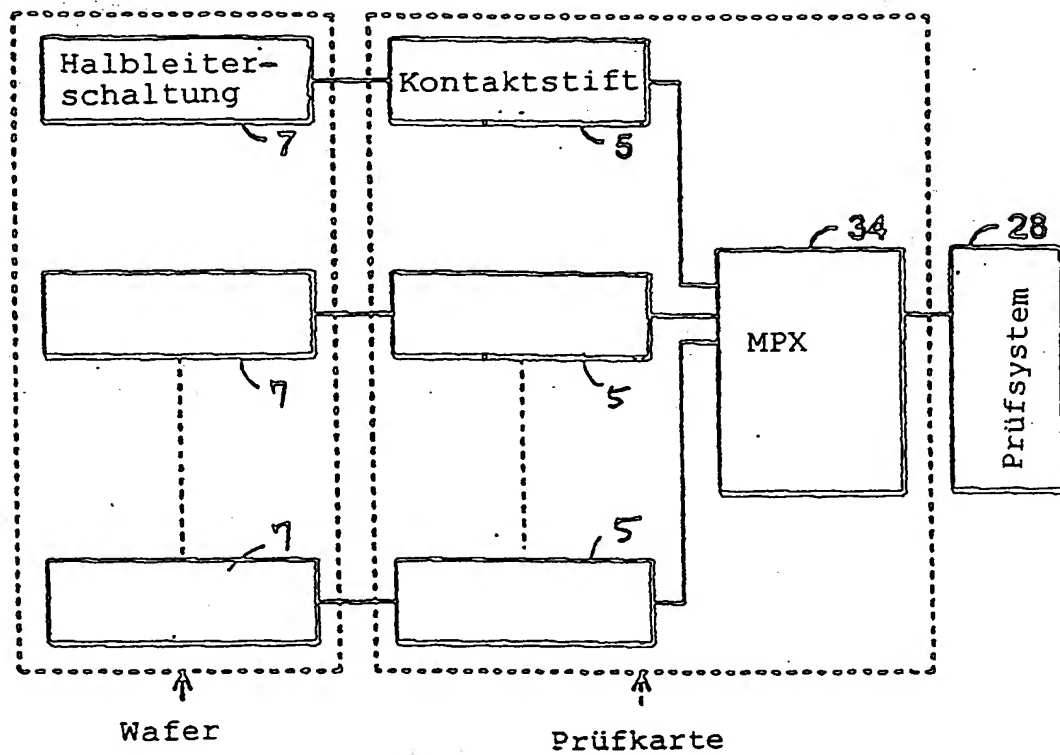
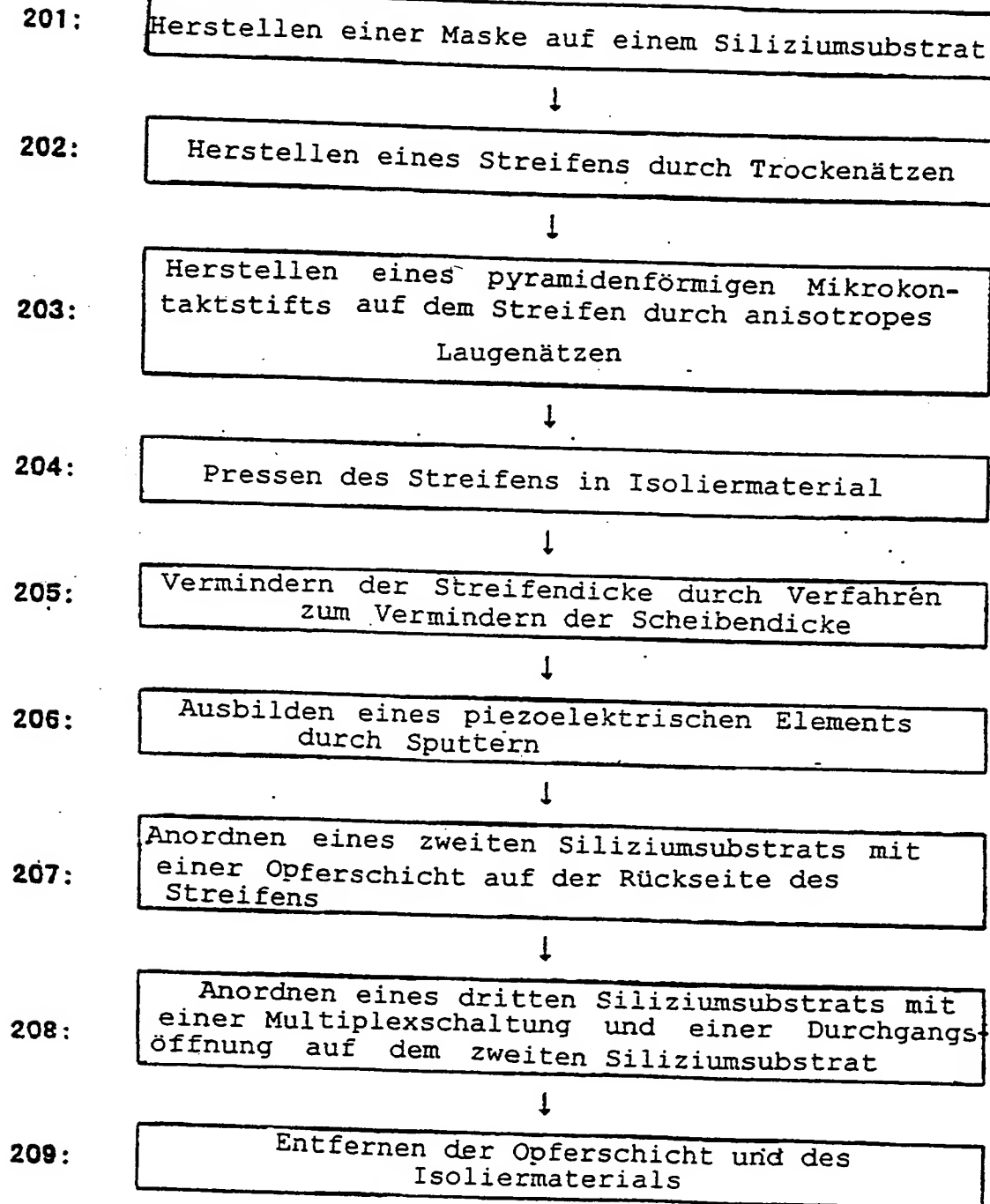


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)